

JP Patent Laid Open No. 7-56582

Patent Number: ☐ EP0611089, A3, B1
Publication date: 1994-08-17
Inventor(s): POPOVICH STEVEN R (US); LAAK TREVOR A (US); ALLIE MARK C (US)
Applicant(s):: DIGISONIX INC (US)
Requested Patent: ☐ JP7056582
Application
Number: EP19940300769 19940202
Priority Number(s): US19930016694 19930211
IPC Classification: G10K11/16
EC Classification: G10K11/178
Equivalents: AU5491494, AU661258, CA2115223, DE69424811D, DE69424811T, ☐
US5386477

Abstract

An acoustic system (20) includes a model reference (22) having a selectably programmable response, and an active model (24) including in combination an acoustic path (26) and an adaptive filter (28) such that the combination of the acoustic path (26) and the adaptive filter (28) adaptively models the model reference (22) such that the combined response of the acoustic path (26) and the adaptive filter (28) provides an active model response matching the response of the model reference (22).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-56582

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 K 11/178				
F 0 1 N 1/00	A			
H 0 3 H 17/02	L	8842-5 J		
21/00		8842-5 J		
		7346-5 H		
			G 1 0 K 11/ 16	H
			審査請求 未請求 請求項の数42	FD (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-37701

(22) 出願日 平成6年(1994)2月10日

(31) 優先権主張番号 0 1 6 6 9 4

(32) 優先日 1993年2月11日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 594040925

ディジソニクス, インコーポレイテッド
DIGISONIX, INC.
アメリカ合衆国 ウィスコンシン 53562
ミドルトン マーフィー ドライブ
8401

(72) 発明者 スティーブン アール, ポポビック
アメリカ合衆国 ウィスコンシン 53589
スタウトン ジョンソン ストリート
1915

(74) 代理人 弁理士 専 経夫 (外3名)

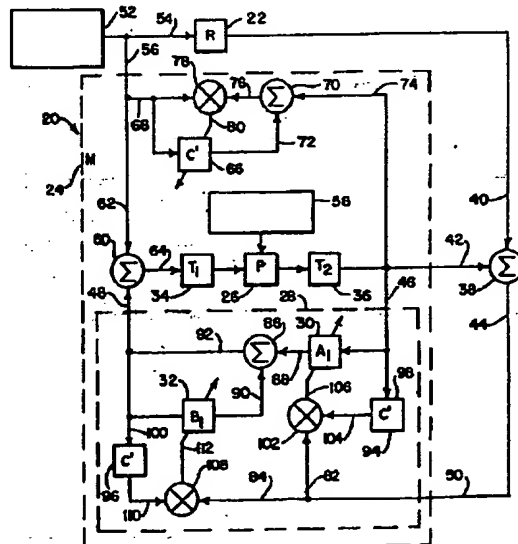
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基準モデルに整合する能動音響制御装置

(57) 【要約】

【目的】 実際の所望の応答特性に合わせた、またそれに整合した制御音響経路を与え、音または振動を積極的に相殺または軽減する能動モデルを提供すること。

【構成】 音響装置(20)に、選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデル(22)と、音響経路(26)及び適応フィルタ(28)を組み合わせる能動モデル(24)とを含み、音響経路(26)及び適応フィルタ(28)の組み合わせ体によって、基準モデル(22)に適応するモデルを形成し、音響経路(26)及び適応フィルタ(28)の結合応答が、基準モデル(22)の応答に整合した能動モデル応答を与えるようになってい。これにより、入力音波に対する制御された適応応答が与えられて、選択的にプログラム可能な基準モデルの応答に整合し、また入力音波が減衰または相殺される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデルと、

音響経路及び適応フィルタを組合わせ、この組合わせ体によって基準モデルに適応するモデルを形成し、前記音響経路及び適応フィルタの結合応答が、基準モデルの応答に整合する能動モデル応答を与えるようにした能動モデルと、を有していることを特徴とする能動音響装置。

【請求項2】 さらに、前記音響経路に音波を導入する第1トランスジューサと、前記音響経路の応答を感知する第2トランスジューサと、前記基準モデルと前記能動モデルの出力を合計して、その和を誤差信号として発生する加算器とを有しており、前記適応フィルタは、前記第2トランスジューサからのフィルタ入力と、前記第1トランスジューサへのフィルタ出力と、前記加算器からの誤差入力とを備えていることを特徴とする請求項1の装置。

【請求項3】 さらに、前記能動モデルに補助ノイズを導入する補助ノイズ源を有していることを特徴とする請求項2の装置。

【請求項4】 前記音響経路は外乱を受け、前記補助ノイズはランダムであって、前記外乱に相関しないことを特徴とする請求項3の装置。

【請求項5】 前記補助ランダムノイズは整形帯域フィルタでろ過されて、前記能動モデルと前記基準モデルの整合性の強さが周波数の関数として得られるようにしたことを特徴とする請求項4の装置。

【請求項6】 さらに、前記適応フィルタの出力と前記補助ノイズ源からの前記補助ノイズとを合計して、その和を前記第1トランスジューサへ送る第2加算器を有することを特徴とする請求項3の装置。

【請求項7】 前記適応フィルタ入力へ送られる入力とは、前記能動モデルの出力として前記第1の加算器へも送られることを特徴とする請求項6の装置。

【請求項8】 さらに、前記補助ノイズを受け入れるフィルタ入力を有する第2適応フィルタと、前記第1の適応フィルタ内に設けられた第2適応フィルタのコピーと、前記第2適応フィルタの出力と前記第2トランスジューサの出力とを合計して、その和を誤差入力として前記第2適応フィルタへ送る第2加算器とを有していることを特徴とする請求項3の装置。

【請求項9】 さらに、それぞれが、第1加算器の出力からの誤差入力を有する第1、第2アルゴリズムフィルタを備える第1適応フィルタの出力と、前記補助ノイズ源からの補助ノイズの出力とを合計して、その和を前記第1トランスジューサへ送る第3加算器と、

前記第1、第2アルゴリズムフィルタの出力を合計して、その和を入力として、前記補助ノイズを加算するた

2

めの第3加算器に送る第4加算器と、

前記第2トランスジューサからの入力を有する前記第2適応フィルタの第1コピーと、

前記第4加算器の出力からの入力を有する前記第2適応フィルタの第2コピーと、

前記第1コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第1アルゴリズムフィルタへ送る第1乗算器と、

前記第2コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第2アルゴリズムフィルタへ送る第2乗算器とを有していることを特徴とする請求項8の装置。

【請求項10】 さらに、前記能動モデルへ送られる入力からフィルタ入力を受け取る第2適応フィルタと、前記第2適応フィルタの出力と前記第2トランスジューサの出力とを合計して、その和を誤差入力として前記第2適応フィルタへ送る第2加算器とを有していることを特徴とする請求項2の装置。

【請求項11】 前記基準モデルと前記能動モデルとの間に合わせてその整合度を向上させるようにする第2フィルタを有していることを特徴とする請求項2の装置。

【請求項12】 前記第2フィルタは、適応形であり、前記音響経路の出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有していることを特徴とする請求項11の装置。

【請求項13】 前記第2適応フィルタは、入力ノイズをフィルタ入力として受け取り、前記音響経路の入力へフィルタ出力を送り、前記加算器の出力から誤差入力を受け取ることを特徴とする請求項11の装置。

【請求項14】 さらに、前記第2適応フィルタの出力からフィルタ入力を受け取る第3適応フィルタと、前記第3適応フィルタの出力と前記第2トランスジューサの出力とを合計して、その和を誤差入力として前記第3適応フィルタへ送る第2加算器と、前記第2適応フィルタへ送られる入力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタのコピーと、前記コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第2適応フィルタへ送る乗算器とを有していることを特徴とする請求項13の装置。

【請求項15】 前記能動モデルと前記基準モデルとの間に合わせてその整合度を向上させるようにする第2フィルタを有していることを特徴とする請求項2の装置。

【請求項16】 前記第2フィルタは、適応形であり、前記基準モデルの出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有していることを特徴とする請求項15の装置。

【請求項17】 前記第2適応フィルタは、入力ノイズをフィルタ入力として受け取り、前記基準モデルの入力へフィルタ出力を送り、前記加算器の出力から誤差入力

を受け取ることを特徴とする請求項15の装置。

【請求項18】 さらに、前記第2適応フィルタへ送られる入力から入力を受け取る、前記基準モデルのコピーと、

前記コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第2適応フィルタへ送る乗算器とを有していることを特徴とする請求項17の装置。

【請求項19】 前記基準モデルの応答に対する能動モデル応答の整合度を向上させるため、前記基準モデルと能動モデルとの商に合わせる第2フィルタと、前記能動モデルと基準モデルとの商に合わせる第3フィルタとを有していることを特徴とする請求項2の装置。

【請求項20】 前記第2フィルタは、適応形であり、前記音響経路の出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有し、

前記第3フィルタは、適応形であり、前記基準モデルの出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有していることを特徴とする請求項19の装置。

【請求項21】 前記第2フィルタは、適応形であり、前記音響経路の出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有し、

前記第3フィルタは、適応形であり、入力ノイズを受け入れるフィルタ入力と、前記基準モデルの入力へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有することを特徴とする請求項19の装置。

【請求項22】 前記第2フィルタは、適応形であり、入力ノイズを受け入れるフィルタ入力と、前記音響経路の入力へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有し、

前記第3フィルタは、適応形であり、前記基準モデルの出力からのフィルタ入力と、前記加算器へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有していることを特徴とする請求項19の装置。

【請求項23】 前記第2フィルタは、適応形であり、入力ノイズを受け入れるフィルタ入力と、前記音響経路の入力へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有し、

前記第3フィルタは、適応形であり、入力ノイズを受け入れるフィルタ入力と、前記基準モデルの入力へのフィルタ出力と、前記加算器の出力からの誤差入力とを有していることを特徴とする請求項19の装置。

【請求項24】 入力音波を減衰して減衰出力音波を発生するために、相殺音波を導入する出力トランスジューサと、

前記出力音波を感知する誤差トランスジューサと、

相殺音波を導入するため、前記出力トランスジューサへ

補正信号を出力する第1適応フィルタと、

選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデルと、前記出力トランスジューサと前記誤差トランスジューサとの間に配置された音響経路及び第2適応フィルタを組み合わせ、この組み合わせ体によって基準モデルに適應するモデルを形成し、前記音響経路及び前記第2適応フィルタの結合応答が、基準モデルの応答に整合した能動モデル応答を与えるようにした能動モデルとを有していることを特徴とする能動音響減衰装置。

10 【請求項25】 さらに、前記基準モデル及び能動モデルの出力を合計して、その和を誤差信号として発生する加算器を有しており、前記第2適応フィルタは、前記誤差トランスジューサからフィルタ入力を受け取り、前記出力トランスジューサへフィルタ出力を送り、前記加算器の出力から誤差入力を受け取ることを特徴とする請求項24の装置。

20 【請求項26】 さらに、前記第1、第2適応フィルタの出力を合計して、その和を前記出力トランスジューサへ送る第2加算器を有しており、前記第1適応フィルタは前記第1加算器から誤差入力を受け取ることを特徴とする請求項25の装置。

【請求項27】 さらに、前記基準モデル及び能動モデルに補助ノイズを導入する補助ノイズ源と、前記補助ノイズを受け入れるフィルタ入力とを有する第3適応フィルタと、

前記第3適応フィルタの出力と前記誤差トランスジューサの出力とを合計して、その和を誤差信号として前記第3適応フィルタへ送る第3加算器とを有していることを特徴とする請求項26の装置。

30 【請求項28】 前記第2適応フィルタは、それぞれ前記第1加算器の出力から誤差入力を受け取る第1、第2アルゴリズムフィルタを有しており、

さらに、前記第1、第2アルゴリズムフィルタの出力を合計して、その和を入力として第2加算器へ送る第4加算器と、

前記誤差トランスジューサから入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第1コピーと、

前記第4加算器の出力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第2コピーと、

40 前記第1コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第1アルゴリズムフィルタへ送る第1乗算器と、

前記第2コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第2アルゴリズムフィルタへ送る第2乗算器とを有していることを特徴とする請求項27の装置。

【請求項29】 さらに、前記第1適応フィルタへ送られる入力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第3コピーと、

50 前記第3コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛け

て、その積を重量最新信号として前記第1適応フィルタへ送る第3乗算器とを有していることを特徴とする請求項28の装置。

【請求項30】 さらに、前記第3適応フィルタの出力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第4コピーと、前記第4コピーの出力と前記第1加算器の出力とを合計して、その和を入力として前記第1適応フィルタへ送る第5加算器とを有していることを特徴とする請求項27の装置。

【請求項31】 前記第1適応フィルタは、それぞれ第3、第4アルゴリズムフィルタを有しており、さらに、前記第3、第4アルゴリズムフィルタの出力を合計する第5加算器と、前記補助ノイズと前記第5加算器の出力とを合計して、その和を前記第2加算器へ送る第6加算器と、前記第3アルゴリズムフィルタへ送られる入力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第3コピーと、前記第5加算器の出力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第4コピーと、前記第3コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第3アルゴリズムフィルタへ送る第3乗算器と、前記第4コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第4アルゴリズムフィルタへ送る第4乗算器とを有していることを特徴とする請求項28の装置。

【請求項32】 さらに、前記基準モデルと前記能動モデルとの商に合わせて、前記第6加算器の出力から入力を受け取り、前記第2加算器へフィルタ出力を送り、前記第1加算器の出力から誤差入力を受け取る第4適応フィルタを有していることを特徴とする請求項31の装置。

【請求項33】 さらに、前記第6加算器の出力から入力を受け取る、前記第3適応フィルタの第5コピーと、前記第5コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第4適応フィルタへ送る第5乗算器とを有していることを特徴とする請求項32の装置。

【請求項34】 さらに、前記基準モデル及び能動モデルの出力を合計して、その和を誤差信号として発生する第1加算器と、補助ノイズを発生する補助ノイズ源と、前記補助ノイズと第1適応フィルタの出力とを合計する第2加算器と、前記基準モデルと能動モデルとの商に合わせて、前記第2加算器の出力から入力を受け取る第3適応フィルタと、前記第2、第3適応フィルタの出力を合計して、その和を前記出力トランスジューサへ送る第3加算器とを有し

ていることを特徴とする請求項24の装置。

【請求項35】 さらに、前記第3適応フィルタの出力からフィルタ入力を受け取る第4適応フィルタと、前記第4適応フィルタの出力と前記誤差トランスジューサの出力とを合計して、その和を誤差信号として前記第4適応フィルタへ送る第4加算器と、前記第2加算器の出力からフィルタ入力を受け取る、前記第4適応フィルタのコピーと、前記コピーの出力に前記第1加算器の出力を掛けて、その積を重量最新信号として前記第3適応フィルタへ送る乗算器とを有していることを特徴とする請求項34の装置。

【請求項36】 選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデルを用意し、そして、音響経路と適応フィルタとを組合わせて、この組合わせによる結合応答が、前記基準モデルの応答に整合する能動モデル応答を与えるようにして、前記基準モデルに能動的に合わせることを特徴とする能動音響制御方法。

【請求項37】 さらに、第1トランスジューサで前記音響経路に音波を導入し、第2トランスジューサで前記音響経路の応答を感知し、加算器で前記基準モデル及び能動モデルの出力を合計して、その和を誤差信号として発生し、前記適応フィルタが、前記第2トランスジューサからフィルタ入力を受け取り、前記第1トランスジューサへフィルタ出力を送り、前記加算器から誤差入力を受け取るようにしたことを特徴とする請求項36の方法。

【請求項38】 前記音響経路は外乱を受けており、さらに、補助ノイズはランダムであって、前記外乱に相関していない状態で、補助ノイズ源から前記能動モデルに補助ノイズを導入し、

さらに前記適応フィルタの出力と前記補助ノイズとを合計してその和を前記第1トランスジューサへ送り、前記能動モデルの出力を前記適応フィルタの入力及び前記第1加算器に送るようになっていたことを特徴とする請求項37の方法。

【請求項39】 さらに、第2フィルタで前記基準モデルと能動モデルとの商に合わせて、前記基準モデルと能動モデルとの整合度を向上させるようにすることを特徴とする請求項37の方法。

【請求項40】 さらに、第2フィルタで前記能動モデルと基準モデルとの商に合わせて、前記能動モデルと前記基準モデルとの整合度を向上させるようにすることを特徴とする請求項37の方法。

【請求項41】 入力音波を減衰して減衰出力音波を発生するために、前記第1トランスジューサから相殺音波を導入し、前記第2トランスジューサで前記出力音波を感知し、前記相殺音波を導入して、前記第2適応フィルタから前記第1トランスジューサへ補正信号を出力し、これによ

り入力音波を減衰するようにしたことを特徴とする請求項37の方法。

【請求項42】 さらに、前記第1、第2適応フィルタの出力を合計して、その和を前記第1トランスジューサへ送り、前記第1加算器の前記出力を誤差入力として前記第1、第2適応フィルタの各々へ送るようにしたことを特徴とする請求項41の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の利用分野】 本発明は、能動音響制御システムに 10 関するものである。

【0002】

【従来の技術】 本発明は、米国特許第4,677,676号、第4,677,677号、第4,736,431号、第4,815,139号、第4,837,834号、第4,987,598号、第5,022,082号、第5,033,082号、第5,172,416号及び米国特許出願番号07/691,557、07/794,115、07/835,721に記載もされている上記主題に関する継続的な開発努力から得られたものであり、上記特許及び出願は参考として本説明に含まれる。

【0003】 これらの特許明細書及び出願明細書は、能 20 動音響減衰システムに関するものである。音または振動の相殺または軽減を行うための能動音響減衰方法には、入力音波に破壊的に干渉してそれを相殺または軽減するように相殺音波を送り込むことを含んでいる。

【0004】 能動音響減衰システムでは、誤差信号を適 応フィルターモデルへ送る、マイクロフォンまたは加速度計等の誤差トランスジューサで出力音波が感知され、次に拡声器または攪拌機等の相殺トランスジューサに補正信号を送り、入力音波に破壊的に干渉してそれを相殺または軽減する音波を送り込むようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、実際の所望の応答特性に合わせた、またそれに整合した制御音響経路を与え、音または振動を積極的に相殺または軽減する能動モデルを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため 1 に、本発明は、選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデルと、音響経路及び適応フィルタを組合わせ、この組合わせ体によって基準モデルに適応するモデルを 40 形成し、前記音響経路及び適応フィルタの結合応答が、基準モデルの応答に整合する能動モデル応答を与えるようにした能動モデルと、を有していることを特徴としている。

【0007】 この基準モデルにおいて、例えば、力及び/または運動の遮断を行う振動制御装置では、過減衰、不足減衰、迅速応答、オーバーシュートを伴わない低速安定応答等の一定の減衰応答特性が望まれるであろう。

【0008】 基準モデルは、このような応答を有するよ 50 うに選択またはプログラムされる。次に、音響経路と適

応フィルタの組合わせを有する能動モデルが与えられ、この音響経路及び適応フィルタの組合わせ体を基準モデルに適応するように作り、音響経路及び適応フィルタの結合応答が、基準モデルの応答に整合した能動モデル応答を与えるようにしている。

【0009】 音響経路は、音管、振動台、フレーム、運転台、座席、エンジンまたは車両内部、または音または振動伝播に対する他の複雑な構造物または環境であり、そこで、制御された応答が得られるように、音響経路に沿って伝播する音波の選択的にプログラム可能な応答を与えることが望ましい。

【0010】 さらに実施例では、本発明は能動音響減衰装置が与えられる。

【0011】

【作用】 本発明によれば、入力音波に対する制御された適応応答が与えられて、選択的にプログラム可能な基準モデルの応答に整合し、また入力音波が減衰または相殺される。上記の適応的に制御された応答特性は、既知の基準モデルに対して上記のように整合するので、減衰が 容易になる。

【0012】

【実施例】 図1は、選択的にプログラム可能な応答を有する、22で示されている基準モデルRを含む能動音響装置20を示しており、例えばランド工科大学のアストロム(Astrom)及びウィッテンマーク(Wittenmark)による「適応制御」(米国、マサチューセッツ州、レディングのアドィソン・ウェスレイ(Addison-Wesley)出版社、1989年)の第4章105~162ページを参照されたい。

【0013】 基準モデルは、所望の応答を有するよ 30 うに、例えば振動の場合には所定の減衰特性応答を有するように選択またはプログラムされる。装置20にはさらに、26で示されている音響経路Pと適応フィルタ28との組合わせを有し、この音響経路26及び適応フィルタ28の組み合わせ体を基準モデル22に適応する作り、音響経路26及び適応フィルタ28の結合応答が、基準モデル22の応答に整合する能動モデル応答を与えるように、24で示されている能動モデルMが設けられている。

【0014】 適応フィルタ28は、上記特許の場合のよう 1 に無限インパルス応答形(IIR)フィルタであることが好ましく、より好ましくは30で示されたLMS(平均最小二乗)アルゴリズムフィルタA1、及び32で示されたLMSアルゴリズムフィルタB1を含むRLMS(帰納的平均最小二乗)フィルタによって提供される。別の実施例では、フィルタ28は有限インパルス応答形(FIR)フィルタで与えられる。

【0015】 34で示されている第1トランスジューサT1、例えば拡声器、攪拌機、カモータまたは他の音響アクチュエータが、音波を音響経路26に導入するために設けられている。また、36で示されている第2トランスジ 50 ューサT2、例えばマイクロフォン、加速度計、ロード

セル、ジオホン等の速度センサ、または他の音響センサが、音響経路の応答を感知するために設けられている。

【0016】加算器38は、基準モデル22及び能動モデル24のそれぞれの出力40、42を加算して、その和を誤差信号44として発生する。適応フィルタ28は、トランスジューサ36からフィルタ入力46を受け取り、トランスジューサ34へフィルタ出力48を送り、加算器38から誤差入力50を受け取る。適応フィルタ28への入力46は、能動モデル24の出力42として加算器38へも送られる。

【0017】補助ノイズ源52が補助ノイズを入力54により基準モデル22へ、また、入力56により能動モデル24へ導入する。補助ノイズはランダムであり、音響経路が受ける外乱58に相関しない。

【0018】好適な形式として、上記米国特許第4,677,676号に記載されているように、補助ノイズはガロア数列によって与えられるが(ベルリンのスプリング・パーラグ(Springer-verlag)から1984年に出版されたM. R. シュローダ(Schroeder)の「科学及び通信における数理論」の252~261ページ)、無相関音または振動ノイズ信号を発生するために他のランダムノイズ源を用いることもできる。

【0019】ガロア数列は、シフトレジスタの段数をMとした時、 $2^M - 1$ の後に小数が循環する疑似乱数列である。ガロア数列が好まれるのは、計算が容易であり、装置の応答時間よりもはるかに長い周期を簡単に備えることができるからである。

【0020】加算器60は、適応フィルタ28の出力48と、補助ノイズ源52からの補助ノイズ62とを合計して、その和64をトランスジューサ34へ送る。66で示されている別の適応フィルタCが、上記米国特許第4,677,676号の適応フィルタ142と同様に、補助ノイズ源52から送られる補助ノイズを受け取るフィルタ入力68を備えている。

【0021】加算器70は、適応フィルタ66の出力72とトランスジューサ36の出力74とを合計して、その和76を誤差入力として乗算器78へ送る。乗算器78が、補助ノイズ源52のフィルタ入力68における出力に加算器70の出力76を掛けて、その積80を重量最新信号としてCフィルタ66へ送る。Cフィルタ66に対するフィルタ入力68は、能動モデル24へ送られる入力56から与えられる。Cフィルタ66はLMSアルゴリズムフィルタであることが好ましい。

【0022】A1及びB1適応アルゴリズムフィルタ30、32は、加算器38の出力44からそれぞれ誤差入力82、84を受け取る。加算器86が、フィルタ30、32のそれぞれの出力88、90を合計して、その和92を入力48として加算器60へ送って、補助ノイズに加算する。フィルタ66のコピーC' 94がフィルタ28内に設けられており、フィルタ66の別のコピーC' 96がフィルタ28内に設けられているのは、上記米国特許第4,677,676号の場合と同様である。

【0023】Cフィルタ66のC' コピー94は、トランスジューサ36から入力98を受け取る。Cフィルタ66のC' コピー96は、加算器86の出力92から入力100を受け取る。乗算器102が、C' コピー94の出力104に加算器38の出力を掛けて、その積106を重量最新信号としてA1フィルタ30へ送る。乗算器108が、C' コピー96の出力110に加算器38の出力を掛けて、その積112を重量最新信号としてBフィルタ32へ送る。

【0024】図2はさらなる実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図2では、120で示されている別の適応フィルタN1が、音響経路Pの出力からフィルタ入力122を受け取り、加算器38へフィルタ出力124を送り、加算器38の出力から誤差入力126を受け取る。乗算器128がフィルタ120の入力122に加算器38の出力を掛けて、その積130を重量最新信号としてフィルタ120へ送る。

【0025】24で示されている能動モデルMと、120で示されている適応フィルタN1の積は、基準モデルRに合わせられてそれに収束する。すなわち、

$$M \cdot N1 = R \quad \text{式1}$$

このため、適応フィルタN1は基準モデルRと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

$$N1 = R / M \quad \text{式2}$$

基準モデルRと能動モデルMとの商に合わせるように適応フィルタN1を設けることによって、その整合性、特にフィルタ利得が向上する。

【0026】図3は、さらに別の実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図3では、140で示されている適応フィルタN2が、入力ノイズをフィルタ入力142として受け取り、音響経路Pの入力へ加算器146を介してフィルタ出力144を送り、加算器38の出力から誤差入力148を受け取る。適応フィルタ140の出力144は、Cフィルタ66のフィルタ入力68へも送られる。Cフィルタ66のC' コピー150が、適応フィルタ140へ送られる入力142から入力152を受け取る。乗算器154が、C' コピー150の出力156に加算器38の出力を掛けて、その積158を重量最新信号として適応フィルタ140へ送る。

【0027】図3において、適応フィルタN2と能動モデルMとの積は、基準モデルRに合わせられてそれに収束する。すなわち、

$$N2 \cdot M = R \quad \text{式3}$$

このため、適応フィルタN2は基準モデルRと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

$$N2 = R / M \quad \text{式4}$$

基準モデルRと能動モデルMとの商に合わせるように適応フィルタN2を設けることによって、その整合性、特にフィルタ利得が向上する。

【0028】図4は、さらに別の実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図

11

4では、170で示されている適応フィルタN3が、基準モデル22の出力からフィルタ入力172を受け取り、加算器38へフィルタ出力174を送り、加算器38の出力から誤差入力176を受け取る。乗算器178が、フィルタ170へ送られる入力172に加算器38の出力を掛けて、その積180を重量最新信号として適応フィルタ170へ送る。

【0029】図4において、基準モデルRと適応フィルタN3との積は、能動モデルMに合わせられてそれに収束し、また同様に、能動モデルMは、基準モデルRと適応フィルタN3との積に合わせられてそれに収束する。

すなわち、

$$R \cdot N3 = M \quad \text{式5}$$

このため、適応フィルタN3は能動モデルMと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N3 = M / R \quad \text{式6}$$

能動モデルMと基準モデルRとの商に合わせるように適応フィルタN3を設けることによって、その整合性、特にフィルタ利得が向上する。

【0030】図5は、さらに別の実施例を示しており、理解しやすくするのに適している場合には図1と同じ参照番号を用いている。図5において、190で示されている適応フィルタN4が、入力ノイズをフィルタ入力172として受け取り、基準モデル22の入力へフィルタ出力194を送り、加算器38の出力から誤差入力196を受け取る。モデル基準RのコピーR' 198が設けられており、適応フィルタ190へ送られる入力192から入力200を受け取る。乗算器202が、R' コピー198の出力204に加算器38の出力を掛けて、その積206を重量最新信号として適応フィルタ190へ送る。

【0031】図5において、適応フィルタN4と基準モデルRとの積は、能動モデルMに合わせられてそれに収束し、また同様に、能動モデルMは、適応フィルタN4と基準モデルRとの積に合わせられてそれに収束する。

すなわち、

$$N4 \cdot R = M \quad \text{式7}$$

このため、適応フィルタN4は能動モデルMと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N4 = M / R \quad \text{式8}$$

能動モデルMと基準モデルRとの商に合わせるように適応フィルタN4を設けることによって、その整合性、特にフィルタ利得が向上する。

【0032】図6は、さらに別の実施例を示しており、図2及び図4と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図6では、図2の装置に図4に従った別の適応Nフィルタが設けられて、N1とN3とが組み合わされている。すなわち、

$$R \cdot N3 = M \cdot N1 \quad \text{式9}$$

このため、基準モデルRにさらにN3の係数が掛けられ、N1はこのさらに係数が掛けられた基準モデルと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

12

$$N1 = R \cdot N3 / M \quad \text{式10}$$

同様に、能動モデルMにさらにN1の係数が掛けられ、N3はこのさらに係数が掛けられた能動モデルと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N3 = M \cdot N1 / R \quad \text{式11}$$

図7は、さらに別の実施例を示しており、図2及び図5と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図7では、図2の装置に図5に従った別の適応Nフィルタが設けられて、N1とN4とが組み合わされている。すなわち、

$$N4 \cdot R = M \cdot N1 \quad \text{式12}$$

このため、基準モデルRにさらにN4の係数が掛けられ、N1はこのさらに係数が掛けられた基準モデルと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

$$N1 = N4 \cdot R / M \quad \text{式13}$$

同様に、能動モデルMにさらにN1の係数が掛けられ、N4はこのさらに係数が掛けられた能動モデルと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N4 = M \cdot N1 / R \quad \text{式14}$$

図8は、さらに別の実施例を示しており、図3及び図4と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図8では、図3の装置に図4に従った別の適応Nフィルタが設けられて、N2とN3とが組み合わされている。すなわち、

$$R \cdot N3 = N2 \cdot M \quad \text{式15}$$

このため、基準モデルRにさらにN3の係数が掛けられ、N2はこのさらに係数が掛けられた基準モデルと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

$$N2 = R \cdot N3 / M \quad \text{式16}$$

同様に、能動モデルMにさらにN2の係数が掛けられ、N3はこのさらに係数が掛けられた能動モデルと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N3 = N2 \cdot M / R \quad \text{式17}$$

図9は、さらに別の実施例を示しており、図3及び図5と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図9では、図3の装置に図5に従った別の適応Nフィルタが設けられて、N2とN4とが組み合わされている。すなわち、

$$N4 \cdot R = N2 \cdot M \quad \text{式18}$$

このため、基準モデルRにさらにN4の係数が掛けられ、N2はこのさらに係数が掛けられた基準モデルと能動モデルMとの商に合わせられる。すなわち、

$$N2 = N4 \cdot R / M \quad \text{式19}$$

同様に、能動モデルMにさらにN2の係数が掛けられ、N4はこのさらに係数が掛けられた能動モデルと基準モデルRとの商に合わせられる。すなわち、

$$N4 = N2 \cdot M / R \quad \text{式20}$$

図2～図9において、各適応フィルタN1、N2、N3、N4はFIR適応フィルタであることが好ましく、LMSアルゴリズムフィルタで提供されることが好まし

い。変更実施例では、そのようなフィルタはIIRフィルタで、好ましくはRLMSフィルタである。

【0033】図10は、さらに別の実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図10は、図1の装置を組み込むと共に、入力音波を減衰または相殺する能動音響減衰装置220を示している。

【0034】トランスジューサ34は、入力音波を減衰して減衰出力音波を発生できるように相殺音波を導入する出力トランスジューサである。トランスジューサ36は、出力音波を感知する誤差トランスジューサである。

【0035】適応フィルタ222は、補正信号224をトランスジューサ34へ送って、相殺音波を導入する。加算器226は、ノイズ源52からの補助ランダムノイズと適応フィルタ222の出力224とを合計する。加算器228は、適応フィルタ28の出力48と加算器226の出力とを合計して、その和をトランスジューサ34へ送る。

【0036】補助ランダムノイズ62とフィルタ出力224、48とを合算することは、加算器226、228に示されているように2段階に分割してもよいが、単一の合計ステップとして、すなわち一對の2入力加算器または単一の3入力加算器により合計することもできる。

【0037】適応フィルタ222は、上記米国特許第4,677,676号に40で示されているようなIIRフィルタ、あるいはRLMSアルゴリズムフィルタであることが好ましい。このRLMSアルゴリズムフィルタは、それぞれ加算器38の出力から誤差入力236を受け取るLMSアルゴリズムフィルタA2(232で示す)と、LMSアルゴリズムフィルタB2(234で示す)を有している。加算器238が、A2、B2アルゴリズムフィルタ232、234の出力を合計して、その和をフィルタ出力224で加算器の組み
30 合わせ体226、228の入力へ送る。

【0038】240で示される、Cフィルタ66のコピーC'が設けられており、これはA2フィルタ232へ送られる入力242からの入力を受け取る。乗算器244は、C'コピー240の出力と加算器38の出力とを掛けて、その積246を重量最新信号としてアルゴリズムフィルタ232へ送る。

【0039】248で示される、Cフィルタ66の別のコピーC'が設けられており、これは加算器238の出力からB2フィルタ234へ送られる入力から入力を受け取る。
40 乗算器250は、C'コピー248の出力に加算器38の出力を掛けて、その積252を重量最新信号としてアルゴリズムフィルタ234へ送る。

【0040】加算器254は、C'コピー248の出力と加算器38の出力とを合計して、その和を入力242として適応アルゴリズムフィルタ232へ送る。これは、特許査定されている上記米国出願番号07/835,721に記載されているように、式の誤差形式として知られている。この形式は、相関入力音波に使用でき、上記米国特許第4,677,676号の10のような入力トランスジューサを必要としな
50

い。

【0041】相関とは、周期的、帯域制限または幾らかの予測性を備えていることである。変更実施例では、入力信号242を入力トランスジューサ、例えば入力マイクロフォンまたは加速度計で与えるか、またはそれ自身が入力音波に相関している信号、例えばタコメータから与えることができる。

【0042】更なる変更例として、図2～図9の実施例を図10の装置に組み合わせて用いることができる。図10内に図3、図8または図9の装置を用いる場合、N2を加算器226、228間に直列に設けることが好ましい。

【0043】図11は、更なる実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図11は、図1の装置を音響用に用いた場合を示しており、音響経路Pがダクト260で与えられ、トランスジューサT1が拡声器262で、トランスジューサT2がマイクロフォン264で与えられている。

【0044】図12は、更なる実施例を示しており、図1と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図12は、図1の装置を振動用に用いた場合を示しており、テーブル270で与えられる音響経路Pが、攪拌器または力モータ272を用いるトランスジューサT1と、加速度計274を用いるトランスジューサT2を備えている。

【0045】図13は、更なる実施例を示しており、図12と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図13は、図12の装置を、力遮断用に応用する場合で、例えば自動車、トラックまたは他の車両の能動エンジン取り付け部に用いた場合を示しており、音響経路Pは車両フレーム280となっている。

【0046】車両エンジン等の質量体282は、弾性ばね素子284及び減衰素子286を備えたエンジン取り付け部によってフレームに取り付けられている。フレーム280は、質量体すなわちエンジン282によって与えられる、例えばエンジン内でのピストンの往復運動等による外乱を受ける。

【0047】力モータ272が質量体282とフレーム280との間に制御力を加えて、力遮断を行い、質量体282の力すなわち外乱からフレーム280を隔離する。図13の特に望ましい一例として、特にアイドルまたは低速エンジン回転時に、車両フレーム280、ここでは乗員をエンジン振動から隔離する。

【0048】これによって、アイドル時に滑らかな振動のないエンジンの動作が得られるようにするためのクランクシャフトのカウンターバランスが不要になる。図13の更なる例では、質量体82が慣性質量体であり、フレーム280が外乱を受ける。この後者の例は、エンジン取り付けにも有効である。

【0049】図14は、更なる実施例を示しており、図13と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図14は、図13の装置を運動遮断用に用いた場合を示してお

り、運転台等の質量体290を道路の凹凸等の外乱を受ける車両フレーム292の運動から隔離する。音響経路Pは、質量体290、例えばばね294及び減衰ショックアブソーバ296を含むサスペンション装置によって車両フレーム292に取り付けられた運転台である。

【0050】図15は、更なる実施例を示しており、図10と同じ参照番号を用いて理解しやすくしている。図15の実施例では、ノイズ源52から送られる補助ランダムノイズを整形用帯域フィルタ298によってろ過して、ランダムノイズ信号に所望のパワースペクトルを与え、能動モデルMと基準モデルRの整合性の強さを周波数の関数として与えるようにしている。

【0051】やはり図15に示されている更なる実施例では、モデル入力242は、タコメータまたは他の音響センサ等の入力源300から基準入力信号として送られる。この信号は、外乱に相関している。

【0052】更なる実施例では、基準モデルRは、制御装置パラメータA1、B1、音響経路P、トランスジューサT1、T2の関数を含み、これらのいずれか、もしくはこれら全体から計算される。更なる実施例では、フィルタN1、N2、N3、N4は、制御装置パラメータA1、B1、音響経路P、トランスジューサT1、T2の関数を含み、これらのいずれか、もしくはこれら全体から計算される。

【0053】また、本発明の精神の範囲内において様々な変更を加えることができることは理解されるであろう。

【0054】

【発明の効果】本発明は、音響装置に、選択的にプログラム可能な応答を有する基準モデルと、音響経路及び適応フィルタを組合わせる能動モデルとを含み、音響経路及び適応フィルタの組合わせ体によって、基準モデルに適合するモデルを形成し、音響経路及び適応フィルタの結合応答が、基準モデルの応答に整合した能動モデル応答を与えるようにしたので、積極的に音または振動を相殺し、あるいは軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による能動音響装置の概略図である。

【図2】本発明に係る他の実施例を示す、図1と同様な概略図である。

【図3】本発明に係る更なる実施例を示す、図1と同様な概略図である。

【図4】本発明に係る更なる実施例を示す、図1と同様な概略図である。

【図5】本発明に係る更なる実施例を示す、図1と同様な概略図である。

【図6】本発明に係る更なる実施例を示す、図2及び図4と同様な概略図である。

【図7】本発明に係る更なる実施例を示す、図2及び図5と同様な概略図である。

【図8】本発明に係る更なる実施例を示す、図3及び図4と同様な概略図である。

【図9】本発明に係る更なる実施例を示す、図3及び図5と同様な概略図である。

【図10】本発明に係る更なる実施例を示す、図1と同様な概略図である。

【図11】本発明に係る図1の装置の更なる説明図である。

【図12】本発明に係る図1の装置の他の実施例の説明図である。

【図13】図12と同様な図であるが、更なる実施例を示している。

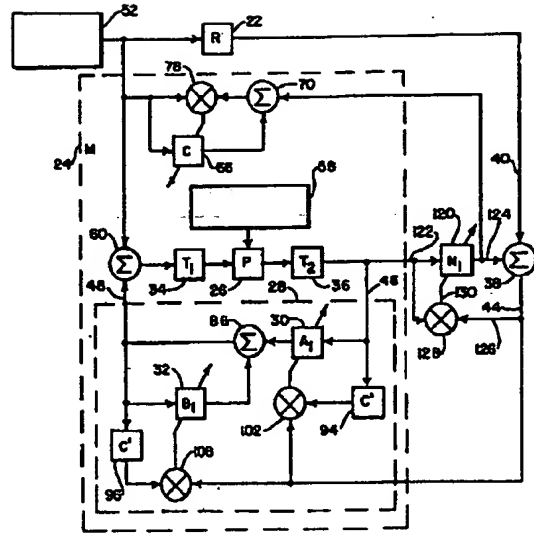
【図14】本発明に係る更なる実施例を示す、図13と同様な概略図である。

【図15】本発明に係る更なる実施例を示す、図10と同様な概略図である。

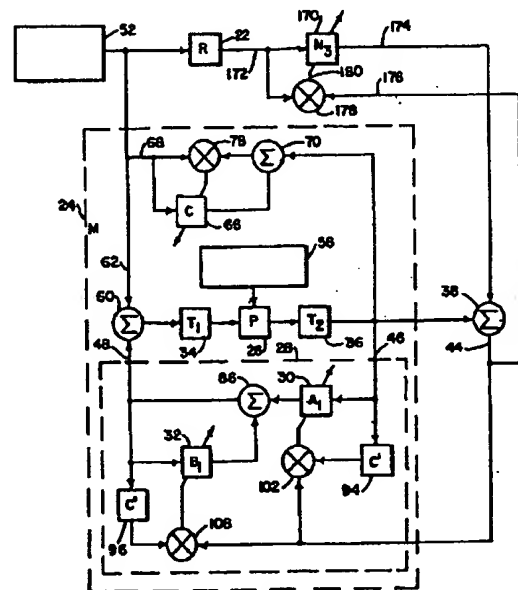
【符号の説明】

- 20 能動音響装置
- 22 基準モデル
- 24 能動モデル
- 26 音響経路
- 28 適応フィルタ

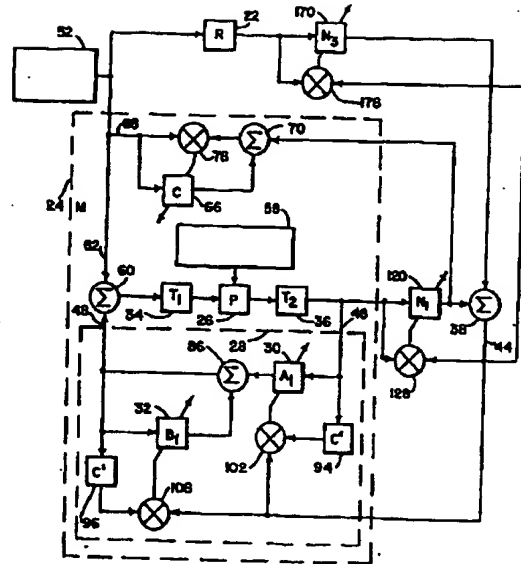
【圖2】



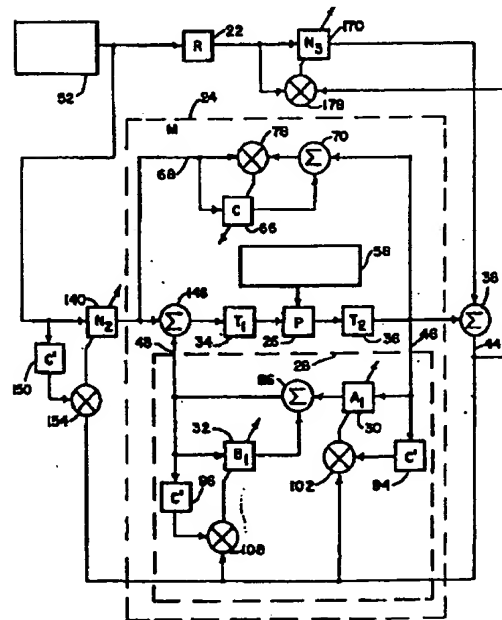
【圖 3】



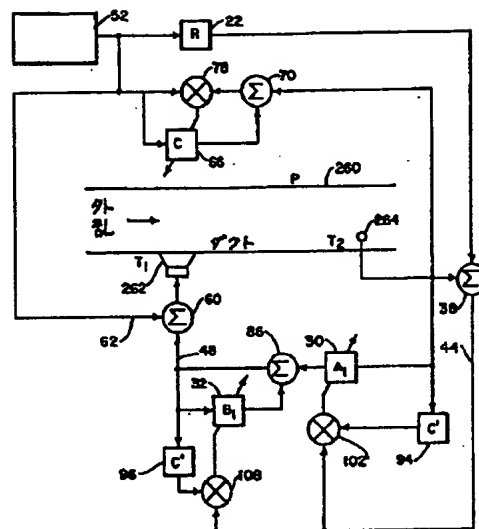
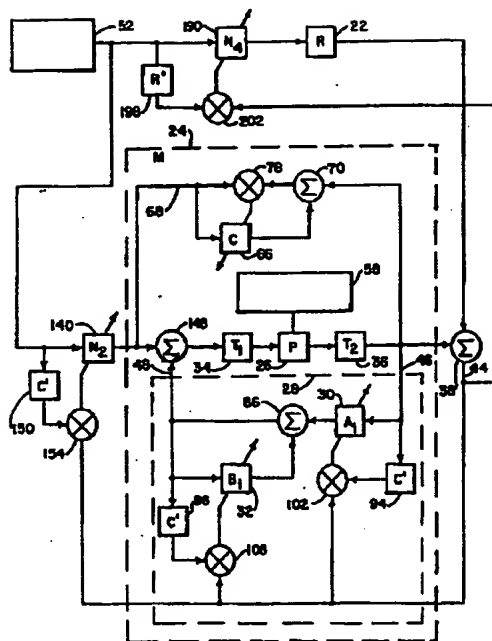
【圖 6】



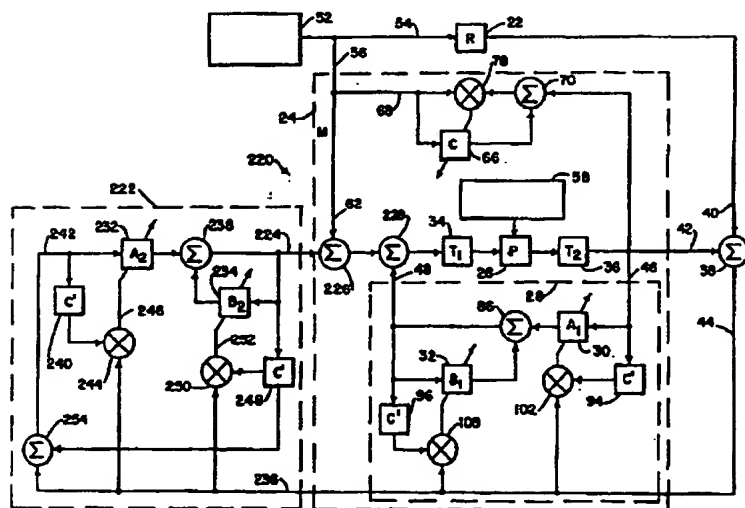
【図7】



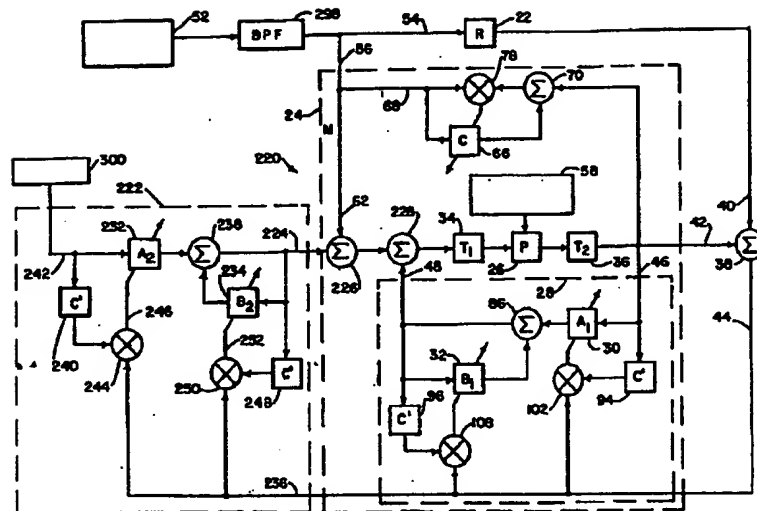
【圖 1 1】



【图 10】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 トレボア エー. ラック
 アメリカ合衆国 ウィスコンシン 53704
 マディソン ミルウォーキー 2749

(72)発明者 マーク シー. アリー
 アメリカ合衆国 ウィスコンシン 53575
 オレゴン ボンナー トレイル 1702